

# **Méthode inverse pour la caractérisation du comportement de l'articulation du genou lors de rééducation**

**A. CHEROUAT<sup>1</sup> – R. TAIAR<sup>2</sup> – GUELORGET<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Université de technologie de Troyes-ICD/CNRS FRE 2848  
12 rue Marie Curie, BP 2060 – 10010 Troyes, France

<sup>2</sup>Laboratoire d'Analyse des Contraintes Mécaniques EA 3304  
DSM n°05-34 Université de Reims, France

Bien qu'elle soit largement étudiée dans la littérature, l'articulation du genou soulève encore de nombreuses questions quant à son comportement biomécanique et à sa rééducation. Située sur l'axe mécanique reliant la hanche et la cheville, elle doit, tout en assurant une grande mobilité au membre inférieur, supporter des actions mécaniques bien supérieures à celles engendrées par le simple poids du corps. Cette articulation, peu congruente comparée à l'articulation de la hanche et d'une structure plus complexe, est le lieu de nombreuses pathologies invalidantes d'origine biomécanique: chondrophaties articulaires, ruptures ligamentaires et des ménisques, luxation rotulienne.

Isolée du système musculaire qui la contrôle, l'articulation du genou est un mécanisme instable. Les surfaces de contact (surfaces articulaires) entre fémur et tibia, et entre fémur et rotule sont géométriquement complexes. Leur cohésion est assurée par des liens déformables, les ligaments, composés de plusieurs faisceaux fibreux non parallèles entre eux. Le comportement mécanique de cette articulation est lié à la fois aux formes des surfaces articulaires en présence et à l'architecture des ligaments ainsi qu'à leurs raideurs respectives.

Par une approche inverse du mouvement cinématique et statique du genou du patient en rééducation nous proposons de modéliser par simulation numérique de l'articulation du genou en s'appuyant sur une validation expérimentale réalisée au laboratoire LACM de l'URCA [1]. Cette modélisation est destinée à étudier l'impact de la géométrie osseuse et ligamentaire sur la cinématique intrinsèque de l'articulation afin de mieux comprendre son fonctionnement et le rôle des éléments la constituant. A terme, un tel modèle permet une compréhension fine de son fonctionnement et un meilleur diagnostic de ses pathologies et peut présenter un intérêt majeur pour la chirurgie réparatrice du genou et la conception des prothèses articulaires.

La modélisation du comportement mécanique local du tibia et du fémur est basée sur des essais expérimentaux de micro-indentation sur os cortical. Les algorithmes d'optimisation (génétique) sont utilisés pour identifier les paramètres matériau de l'os [2].

Le modèle développé est utilisé pour étudier par technique inverse l'impact de la géométrie osseuse et du comportement mécanique d'interface entre chaque élément (tibia, fémur, péroné, ménisque et ligaments) sur la cinématique intrinsèque 3D de l'articulation afin de mieux comprendre son fonctionnement et le rôle de chaque élément sur la rééducation des patients (voir figure ci-dessous) [3, 4]. Des comparaisons avec les résultats issus des essais réels de laboratoire sont effectuées sur les réponses globales des forces en fonction des déplacements au niveau des articulations.

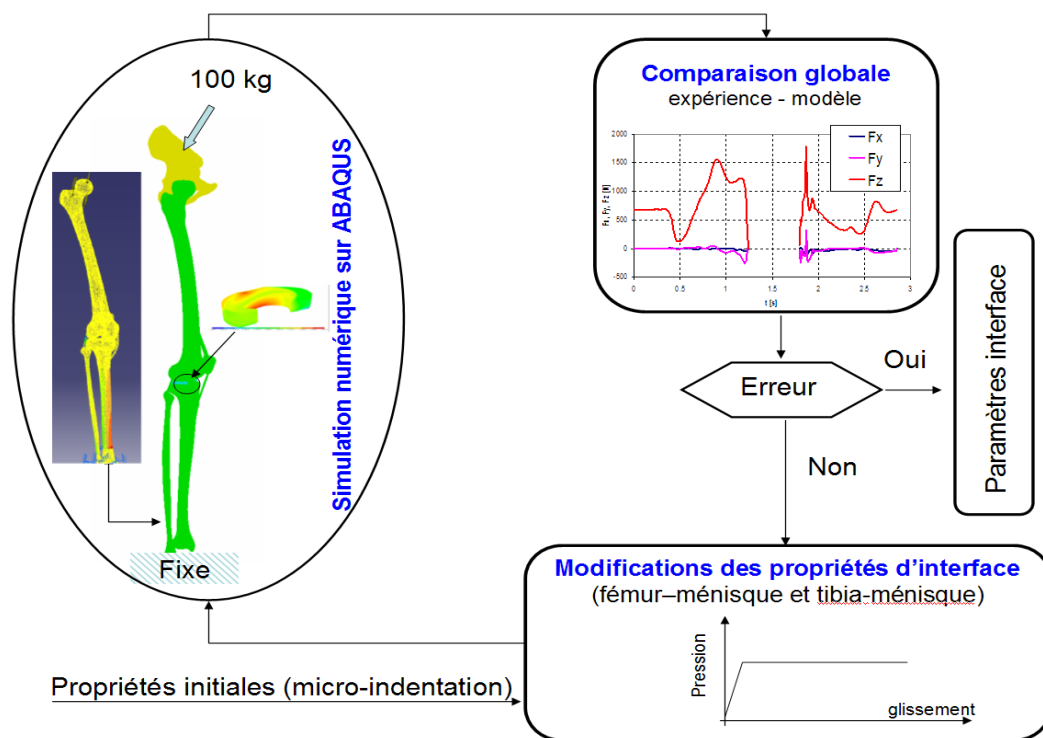


Figure 1. Approche inverse pour la caractérisation du comportement de l'articulation du genou lors de la rééducation

## Références

1. R. Taiar, Y. Toshev, F. Boyer, A. Cherouat, D. Pradon and A. Gouelle, CAD and mechanical development of a new kind of hemiplegics orthosis, Series on Biomechanics, vol.23, n° 1, 2007.
2. Wesley M. Johnson & Andrew J. Rapoff, Microindentation in bone: Hardness variation with five independent variables, J Mater Sci: Mater Med vol. 18, pp. 591–597, (2007).
3. Iesaka K., Tsumara H., Sonoda H., Sawatari T., Takasita M., Torisu T. The effects of tibial component inclination on bone stress after unicompartmental knee arthroplasty. Journal of Biomechanics, Article in Press
4. Sathasivam S., Walker P.S. A computer model with surface friction for the prediction of total knee kinematics. PII: S0021-9290(96)00114-5